

ESTUDO DOS ESFORÇOS EM MODELO DE VIA PERMANENTE FERROVIÁRIA COM DORMENTES DE MADEIRA ESTRUTURADOS COM ELEMENTOS DE GEOSSINTÉTICOS E PLACAS DE AÇO, INSTRUMENTADOS COM SISTEMA ELETRÔNICO DE LEITURA E AQUISIÇÃO DE DADOS

Bruno Spadim Gervásio, Rudney da Conceição Queiroz – Exatas – Engenharia Civil – Departamento de Engenharia Civil - Faculdade de Engenharia – Campus de Bauru

Os esforços que ocorrem na via permanente ferroviária devido à ação das cargas das composições e das variações de temperatura, produzem alterações na geometria da via que deve sofrer intervenções periódicas de manutenção. Um dos problemas que ocorrem com certa frequência em vias com dormentes de madeira é a instabilidade longitudinal em trechos retos e, lateral em trechos curvos, produzindo desalinhamentos e deslizamentos laterais, respectivamente, em função da aderência relativamente baixa no contato e no embutimento com o lastro. E pelo fato das operadoras ferroviárias do Brasil ainda optarem, em grande parte, pela utilização dos dormentes de madeira, devido à facilidade de obtenção e processamento deste tipo de dormente.

Esta pesquisa estudou o comportamento de grades de via compostas por dormentes de madeira estruturados com placas de aço e elementos geossintéticos, separadamente, em modelo de via de escala natural, quantificando os valores das resistências longitudinais e transversais.

Foram utilizados sistemas eletrônicos de leitura e aquisição de dados informatizados em tempo real, com células de cargas e transdutores de deslocamentos. Os resultados preliminares mostram que a estruturação com placas metálicas resultam num aumento significativo nas resistências horizontais da via.

Estes resultados poderão ser utilizados diretamente na prática pelas administradoras ferroviárias brasileiras, com melhoria da qualidade, segurança e economia na operação.

Segundo Rives et al. (1977) quando um trilho se dilata, sob os efeitos do aumento da temperatura, ocorrerá um incremento no comprimento longitudinal, gerando tensões de compressão na seção do trilho. Quando ocorre a diminuição da temperatura, o trilho se contrai gerando tensões de tração. Estas tensões são devidas ao impedimento oferecido por cada dormente e está diretamente ligada ao tipo de fixação e ao embutimento do dormente no lastro.

Nestas condições, o trilho irá sendo solicitado gradualmente de forma crescente, em cada elemento de fixação até atingir um valor limite, em que o trilho para de sofrer deformações e estabiliza com a tensão máxima na seção. Portanto, ocorre uma região central que não sofre deformações devido às variações de temperatura, mas que esta sob tensão máxima constante.

Nas extremidades, a partir de um ponto de máxima tensão, o trilho passa a se deformar, atingindo o valor máximo nas juntas. O comprimento das extremidades do trilho denomina-se “comprimento livre” e o seu valor está diretamente relacionada à variação de temperatura e à resistência unitária longitudinal da via.

Brina (1977) considera que para o dimensionamento correto das juntas de dilatação, é necessário o conhecimento seguro da resistência longitudinal, pois caso se utilize valores não adequados, os trilhos poderão sofrer compressão nas juntas ou rompimento das talas por tração, ambos prejudiciais à segurança da circulação dos veículos ferroviários.

Devido à falta de resultados experimentais, no Brasil têm-se utilizado alguns parâmetros obtidos por administrações ferroviárias estrangeiras.

De acordo com Alias (1977), Apud Stopatto (1987), a resistência longitudinal depende da compactação e do tipo de lastro, do tipo de dormente e da fixação, sugerindo alguns valores, como sendo:

$r = 2,5 \text{ kN/m}$ para linha não estabilizada,

$r = 6,0 \text{ kN/m}$ para linha completamente estabilizada.

Schramm (1977) considera que para fixações elásticas e dormente de concreto monobloco, estes valores podem atingir até $23,0 \text{ kN/m}$.

De acordo com Brina (1977), estudos da AREA, nos Estados Unidos, chegaram aos seguintes valores:

Para dormentes de madeira com retensionamento alternado:

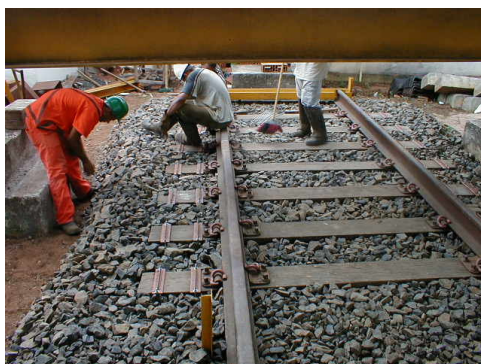
$r = 6,8$ a $9,07 \text{ kN/dormente e por trilho}$.

Para dormentes de madeira, com retensionamento consecutivo:

$r = 3,17$ a $5,44 \text{ kN/dormente e por trilho}$.

Observa-se uma grande discrepância entre os valores, sendo ainda pouco conhecidos os valores da resistência longitudinal, para vias com dormentes de concreto monobloco, bi bloco e de aço.

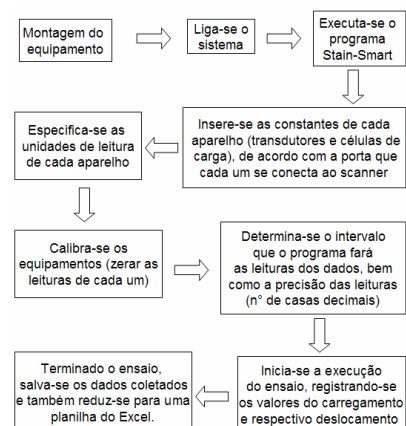
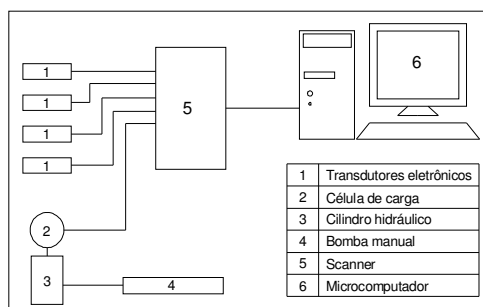
Na presente pesquisa foi utilizada um trecho de via permanente ferroviária, construído em escala real, sistemas de reação e aplicação de cargas e de leitura e aquisição de dados (Figura 1).



(a)



(b)



(c)

Figura 1. Mostrando o modelo construído para ensaios (a); sistema de leitura e aquisição de dados (b); esquema de funcionamento do sistema de leitura e aquisição de dados “smart system” (c).

As cargas foram aplicadas com o auxílio de uma bomba manual, procurando manter constante o ritmo de aumento das cargas. As leituras foram feitas com o auxílio do sistema eletrônico de leitura e aquisição de dados “*smart system*” interligado a micro computador. Os resultados foram sendo obtidos em tempo real e gravados para análise e interpretação.

A seguir são apresentados os resultados das medidas das resistências transversais obtidas na pesquisa anterior com os dormentes em condições normais, sem os elementos de geossintético e com as placas de aço obtidas na presente pesquisa. A Figura 2 mostra os resultados das resistências longitudinais oferecidas pelos dormentes sem e com as placas de aço.

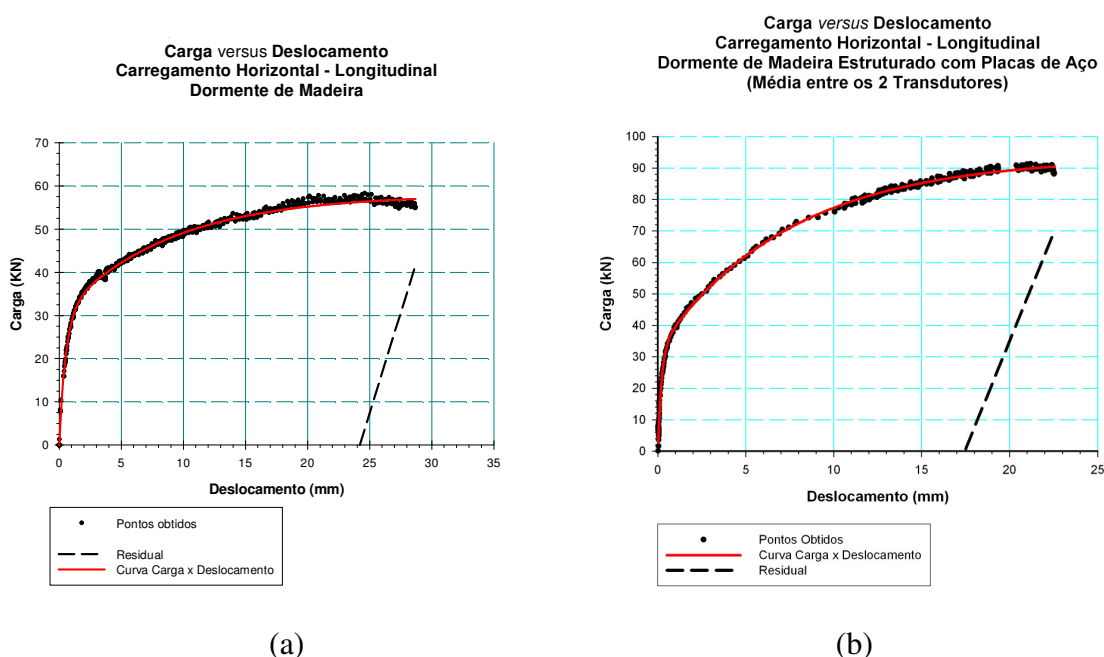


Figura 2. Mostrando resultados comparativos entre a resistência obtida com os dormentes sem as placas de aço (a) e os dormentes com as placas de aço.

Verifica-se que os resultados analisados demonstraram:

1. Para uma deformação de 25 mm a resistência oferecida pelo dormente de madeira sem placas de aço foi em torno de 57 kN. Os dormentes estruturados com placas de aço obtiveram para 25 mm de deformação resistência em torno de 90 kN;
2. Os dormentes reforçados com placas de aço tiveram um comportamento estrutural superior aos dormentes sem os elementos estruturais;
3. Pode-se concluir que a pesquisa atingiu os objetivos, contribuindo para uma melhor estabilidade da via permanente ferroviária, na prática da operação, principalmente com trilhos longos soldados.

Referências Bibliográficas

Brina, E.L. *Estradas de ferro*. Editora Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, RJ. 1979. 259 p.

Queiroz, R.C. e Macari, E.J. *Method for estimating railroad track settlements due to dynamic loads*. In: 16th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Osaka, Japão. Set. 2005. p. 1769-1772.

Rives, F. O., Pita, A. L. e Puente, M.M. *Tratado de ferrocarriles I*, Editorail Rueda, Madrid, vol. 1. 1977. 692 p.

Schramm, G. *Técnica e economia na via permanente*. Edição autorizada por Otto Elsener Verlagsgesellschaft – Darmstadr. RFFSA – Rio de Janeiro. 1977. 297p.

Stopatto, S. *Via permanente ferroviária – conceitos e aplicações*. T. A. Queiroz Editor e EDUSP, São Paulo, SP. 1987. 251 p.

Bolsa: Fapesp (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo).